

ГЕНЕРАТОР ШИРОКОПОЛОСНОГО ХАОТИЧЕСКОГО СИГНАЛА НА БАЗЕ СИСТЕМЫ ФАЗОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

Л. Ю. Шилин, Д. П. Кукин

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь

E-mail: kukin@bsuir.by

В докладе предложен способ генерации хаотического сигнала, а также устройство генератора, созданного на базе упомянутого выше способа.

ВВЕДЕНИЕ

В начале восьмидесятых годов прошлого века в СФС обнаружены явления, приводящие к возникновению хаотических колебаний. Упомянутые режимы возникают при большой диссипации в фильтре нижних частот второго порядка. Колебательно-вращательный хаос, характерный для СФС, является наиболее подходящим для использования в широкополосных системах связи на основе хаотических радиоимпульсов, потому что он позволяет получить колебания на выходе объекта управления с хаотической фазой и равномерной спектральной плотностью. Хаотические колебания в фазовых системах можно разделить на два типа: квазисинхронные хаотические колебания или хаотически модулированные колебания (средняя частота таких колебаний стабилизирована относительно частоты опорного сигнала) и хаотические биения. В работах [1, 2] было предложено использование сигналов с хаотической угловой модуляцией, генерируемых в системах фазовой синхронизации, для передачи информации. В [3] показано, что такие сигналы являются широкополосными.

В настоящее время в прямохаотических системах связи наибольшее применение получили транзисторные генераторы амплитудно-фазового хаоса. Их особенностью является наличие значительных флуктуации энергии хаотического радиоимпульса, особенно при малых длительностях импульсов. Для фазового хаоса, возникающего в СФС, такие флуктуации выражены значительно меньше, поэтому он является предпочтительным носителем информации для ряда приложений.

1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ШИРОКОПОЛОСНОГО ХАОТИЧЕСКОГО СИГНАЛА НА БАЗЕ СФС

Для генерации широкополосного хаотического сигнала авторами предлагается использовать СФС с переключаемыми параметрами. Структурная схема предлагаемого устройства приведена на рисунке 1.

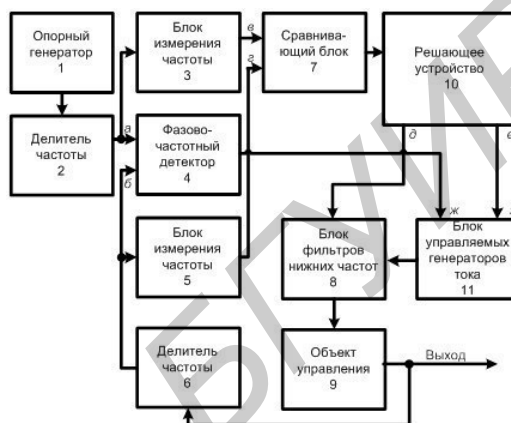


Рис. 1 – Структурная схема предлагаемого устройства

Сравнивающий блок необходим для определения разности частот опорного и подстраиваемого колебаний. Решающее устройство осуществляет следующие функции: формирует заданный вид дискриминационной характеристики, осуществляет установку одного из заданных хаотических режимов работы путем воздействия на параметры блока фильтров нижних частот, при необходимости осуществляет реализацию сложных алгоритмов управления объектом.

Приведенная выше схема работает следующим образом. В качестве источника входного сигнала взят опорный генератор 1, однако вместо него может быть применен любой другой источник периодических колебаний. При отклонении выходной частоты объекта управления 9 от частоты входного сигнала на выходе частотно-фазового детектора 4 появляется периодическая последовательность видеоимпульсов, частота следования которых равна поделенной частоте опорного генератора 1, а скважность – значению фазы сигнала от объекта управления 9. Частотно-фазовый детектор 4 выполнен на триггерах и работает по принципу запоминания и хранения информации. В тоже время на выходах блоков измерения частоты 3 и 5 формируются кодовые последовательности, соответствующие длительности периодов входного и подстраиваемого колебаний соответственно. Оцифровка временных промежутков блоками измерения частоты 3 и 5 осуществляется путем заполне-

ния промежутка между фронтами входных импульсов блоков колебаниями высокой частоты с последующим их подсчетом и формированием двоичного кода, учитывающего знак выявленной разности фаз. Сформированные блоки 3 и 5 кодовые последовательности поступают на сравнивающий блок 7. Блок 7 выявляет разность между входными последовательностями. Полученная таким образом информация поступает на вход решающего устройства 10, которое осуществляет корректировку дискриминационной характеристики путем воздействия на управляющий вход блока управляемых генераторов тока 11, а также устанавливает свойства заранее заданного хаотического режима работы системы путем воздействия на параметры блока фильтров нижних частот 8. Параметры хаотических режимов, а также дискриминационной характеристики могут задаваться пользователем путем воздействия на решающее устройство 10, что позволяет реализовывать сложные алгоритмы конфиденциального закрытия информации. Блок управляемых генераторов тока 11 заряда/разряда представляет собой устройство, состоящее из двух последовательно соединенных генераторов тока заряда и разряда, генерирующих в соответствии с управляющим сигналом токи заряда и разряда (см., [4]). Таким образом, на управляющий вход объекта 9 поступает сигнал, направленный в сторону изменения частоты входного колебания так, чтобы приближать частоту выходных сигнала к частоте входного. Блок фильтров нижних частот 8 представляет собой набор фильтров с различными, рассчитанными заранее характеристиками, задающими один из хаотических режимов работы СФС. Количество упомянутых режимов может быть достаточно большим и ограничивается только шириной областей хаоса на бифуркационной диаграмме конкретного устройства.

На рисунке 2а приведен пример спектра колебаний на выходе блока фильтров нижних частот, а на рисунке 2б – спектра мощности высокочастотного фазового хаоса на выходе объекта управления, подтверждающие равномерность получаемых характеристик, а, следовательно, возможность применения предложенного устройства в качестве генератора широкополосного хаотического сигнала.

II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе предложено устройство для генерации широкополосного хаотического сигнала на базе СФС. В результате применения способа генерации широкополосного хаотического сигнала, включающего выявление разности фаз между входным и подстраиваемым колебаниями системы, выработку сигнала ошибки, пропорциональное сигналу ошибки изменение управляющего

воздействия на объект управления, кроме этого предусматривается возможность динамического изменения параметров генерирующего устройства путем воздействия на его характеристики. Предлагаемый способ основан на применении решающего устройства, позволяющего устанавливать один из возможных хаотических режимов работы системы путем воздействия на параметры блока фильтров нижних частот. Блок фильтров необходим для наискорейшего переключения между заданными заранее хаотическими режимами работы генератора, количество которых ограничивается только шириной областей хаоса на бифуркационной диаграмме устройства.

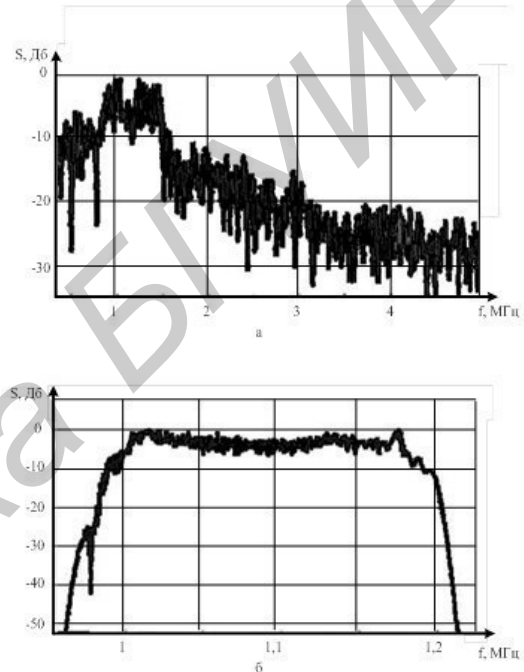


Рис. 2 – Графики демонстрирующие примеры спектров: а – колебаний на выходе блока фильтров нижних частот; б – мощности высокочастотного фазового хаоса на выходе объекта управления; иллюстрирующие равномерность в определенной полосе частот спектра колебаний на выходе устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Korzinova M.V., Matrosov V.V. and Shalfeev V.D. Communications using cascade coupled phase-locked loop chaos // *Int. J. Bifurcation and Chaos*. 1998. Vol. 9, № 5. P. 963.
2. Шалфеев В.Д., Матросов В.В., Корзинова М.В. Динамический хаос в ансамблях связанных фазовых систем // *Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники*. 1998. № 11. С. 44.
3. Мишагин К.Г., Матросов В.В., Шалфеев В.Д., Шохин В.В. Экспериментальное исследование генерации хаотических колебаний в ансамбле двух каскадно-связанных фазовых систем // *Письма в ЖТФ*. 2005. Т. 31, вып. 24. С. 31.4
4. Gardner F.M. Charge-Pump Phase-Lock Loops. // *IEEE Transactions on Communications*. Vol. com-28, №11 November, 1980, p. 1849-1858, пат. US 5055803.